

# VAIJERIHARAN KÄYTTÖOHJE



**MERENKULKUHALITUS**

**SUOMALAINEN INSINÖÖRITOIMISTO OY**

**ESPOO 1979**

# **VAIJERIHARAN KÄYTTÖOHJE**

**MERENKULKUHALITUS**

**SUOMALAINEN INSINÖÖRITOIMISTO OY**

**ESPOO 1979**

Vaijeriharan käyttöohje perustuu Merenkulkuhallituksen ja Suomalainen Insinööritoimisto Oy:n tekemään selvitykseen vaijeriharan tarkkuudesta ja käytöstä meriväylätutkimuksissa.

Tutkimukseen ja tämän käyttöohjeen laatimiseen ovat osallistuneet merenkulkuneuvos Eero Muuri ja toimistopäällikkö Seppo Laurell Merenkulkuhallituksesta, dipl.ins. Lassi Rämö Tie- ja vesirakennushallituksesta sekä dipl.ins. Erkki Jännes ja ins. Jukka Venhola Suomalainen Insinööritoimisto Oy:stä.

Espoossa 18.6.1979

  
Erkki Jännes

  
Jukka Venhola

## SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

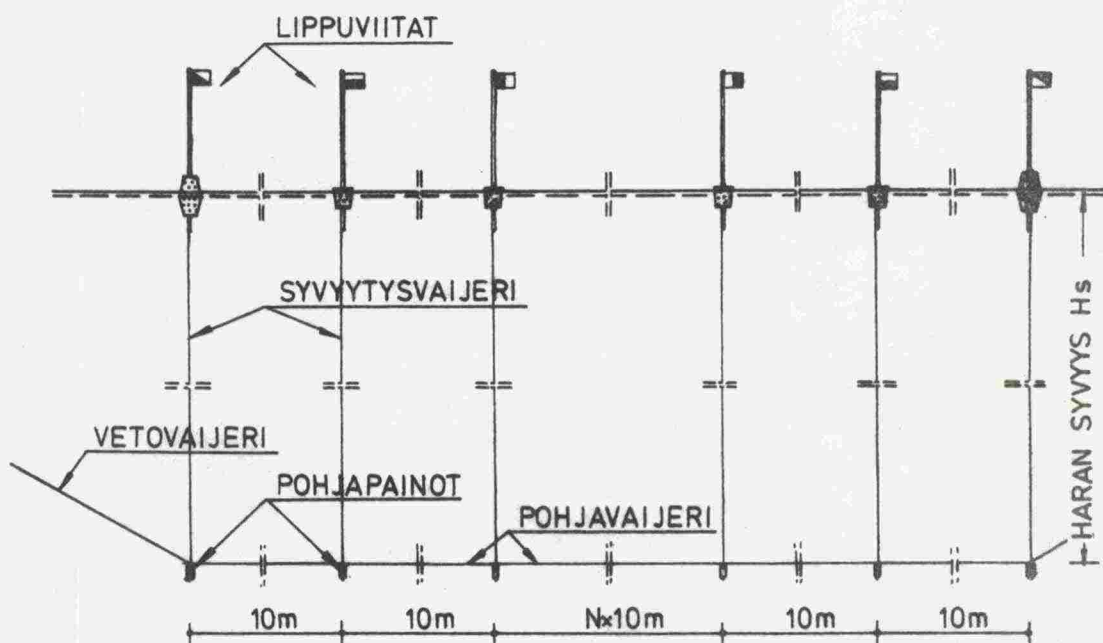
1	VAIJERIHARAUS	
	1.1 Tutkimusryhmä ja tutkimusvälineet	1
	1.2 Työskentelytapa	2
2	HARAUSTYÖN TARKKUUS	
	2.1 Syvyystarkkuus	4
	2.2 Harauksen peittävyys	6
	2.3 Sääsuhteiden vaikutus haraan	7
3	YHTEENVETO	9
4	SUOSITUKSET	
	4.1 Haratyypit	11
	4.2 Rakenteelliset muutokset	11
	4.3 Harausnopeus	12
	4.4 Ylisyytykset	12
	4.5 Sääolosuhteet	12
	4.6 Peittävyys	13
	4.7 Työskentelytavat	13

## LIITTEET

Vaijeriharan lippuviitta	Liite n:o 1
Vaijeriharan pohjapaino	Liite n:o 2

Tutkimusryhmä ja tutkimusvälineet

Vaijeriharauksessa käytettävän tutkimusvälineistön muodostavat varsinainen hara sekä 3 moottorivenettä. Vaijerihara käsittää pohjavaijerin ja siihen kiinnitettävät painot sekä näiden kannattamiseen tarvittavat lippuviitat. Lippuviittojen lukumäärä on yleensä merialueen tutkimuksissa 31-41 kappaletta ja haran pituus 300-400 m. Sisävesialueilla ja kapeilla saaristoväylillä käytetään myös lyhyempää haraa, jonka pituus on 100-200 m.



KUVA 1 VAIJERIHARA

Lippuviitan (ks. liite 1) muodostaa 2,15 m pituinen halkaisijaltaan 40 mm alumiiniputki, jonka alaosassa on kannatuskoho. Kannatuskohona käytetään katkaistun kartion muotoista solumuovikappaletta, jonka tilavuus on 23 l. Reunimmaisissa lippuviitoissa käytetään kahta 23 l:n solumuovikohoa. Lippuviitan paino vaihtelee 4,5-5,0 kg välillä.



Lippuviitan alapäästä lähtevään syvyytysvaijeriin kiinnitetään pohjapaino (ks. liite 2). Pohjapaino on yleensä muodoltaan matala halkaisijaltaan 200 mm sylinteri tai pallo, jonka halkaisija on n. 170 mm. Pohjapaino painaa 15-16 kg. Reunimmaisten lippuviittojen pohjapainot painavat noin 30 kg. Pohjapainossa olevaan lenkkiin (ks. liite 2) kiinnitetään pohjavaijeri. Pohjavaijerin pituus on normaalisti 10 m, mikä on myös lippuviittojen väli.

Vaijeriharaukseen käytettävistä moottoriveneistä yksi toimii harauksen johto- ja paikanmääritysveneinä ja kaksi muuta venettä vetää välissään vaijeriharaa. Johtoveneessä on haraustyön johtajan lisäksi yksi ammattimies, joka suorittaa paikanmääritykset haraustyön johtajan kanssa sekä veneen kuljettaja ja 1-2 miestä. Vetoveneissä on kuljettajan lisäksi kaksi miestä, jotka suorittavat haran laskemisen ja nostamisen. Yhteensä harausta suorittavissa veneissä on 10-11 miestä.

## 1.2

### Työskentelytapa

Vaijeriharaa käytetään eniten laajojen vesialueiden varmistusharauksessa. Näillä alueilla on pohjakosketuksia yleensä vähän. Haraa voidaan erikoistapauksissa käyttää myös ns. verhokäyrän harauksessa. Tällöin hara ajetaan matalan reunaan kiinni mahdollisimman pitkällä matkalla. Lippuviittojen sijaintipisteet yhdistämällä voidaan muodostaa suhteellisen tarkka täyssyvän rajaava kupera verhokäyrä.

Haran syvyytys suoritetaan säätämällä syvyytysvaijerin pituus siten, että lippuviitan kohon vesirajan ja pohjavaijerin väli on halutun haraussyvyuden suuruinen. Haraukseen liittyvän epätarkkuuden vuoksi vaijerihara syvytetään 50-150 cm normaalia väylän haraussyvyyttä syvemmälle (ns. ylisyvytys).

Vaijeriharan laskeminen suoritetaan kahdesta vetoveneestä, jotka kummatkin purkavat keloiltaan samansuuruisen määrän pohjavaijeria. Eri veneiden pohjavaijeriosuudet yhdistetään ja niihin kiinnitetään alaslaskun aikana 10 m:n välein pohjapaino ja lippuviittavaijeri. Kun koko hara on laskettu, reunimmaisiin pohjapainoihin kiinnitetään noin 100 m:n pituiset hinausköydet ja haraus aloitetaan vetoveneiden ollessa kuvan 4 (sivu 7) mukaisissa asemissa.

Vaijeriharan sijainnin määrittäminen edellyttää käytännöllisiä ja riittävän tarkkoja paikanmääritysmenetelmiä. Vaijeriharan paikanmääritys suoritetaan yleensä johtoveneestä käsin haran päästä lukien toisen ja kolmannen lippuviitan välistä. Paikanmääritys suoritetaan optisia kulmanmittauslaitteita käyttäen. Optisina mittausvälineinä käytetään normaalisti kahta kvintanttia, joilla mittaus suoritetaan taaksepäinleikkauksena. Havaitut kulma-arvot merkitään yleensä 1:20000 mittakaavaiselle työlevylle joko kulma-asetinta käyttäen tai laskennallisesti saatujen koordinaattien avulla.

Paikanmääritystä on avomerialueilla suoritettu myös radioteknisillä laitteilla. Radioteknisenä paikanmäärityslaitteena on käytetty decca-laitteistoa. Tällä paikanmääritystavalla voidaan vaijeriharan sijainti selvittää myös sellaisissa olosuhteissa, joissa optinen paikanmääritys ei ole mahdollista pitkien välimatkojen tai huonojen sääolosuhteiden takia.

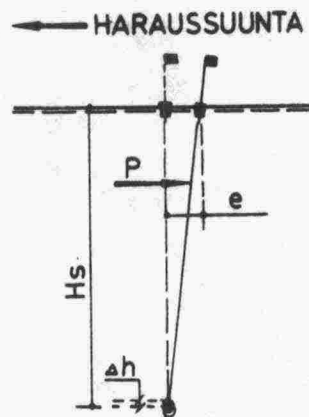
2

## HARAUSTYÖN TARKKUUS

## 2.1

## Syvyystarkkuus

Harauksen syvyystarkkuuteen vaikuttaa ratkaisevasti haraa vetävien alusten nopeus. Haran liike aiheuttaa koho- ja syvyytysvaijeriin virtausvastuksen, jolloin lippuviittavaijeri kallistuu ja haraussyvyys pienenee ( $\Delta h$ ).



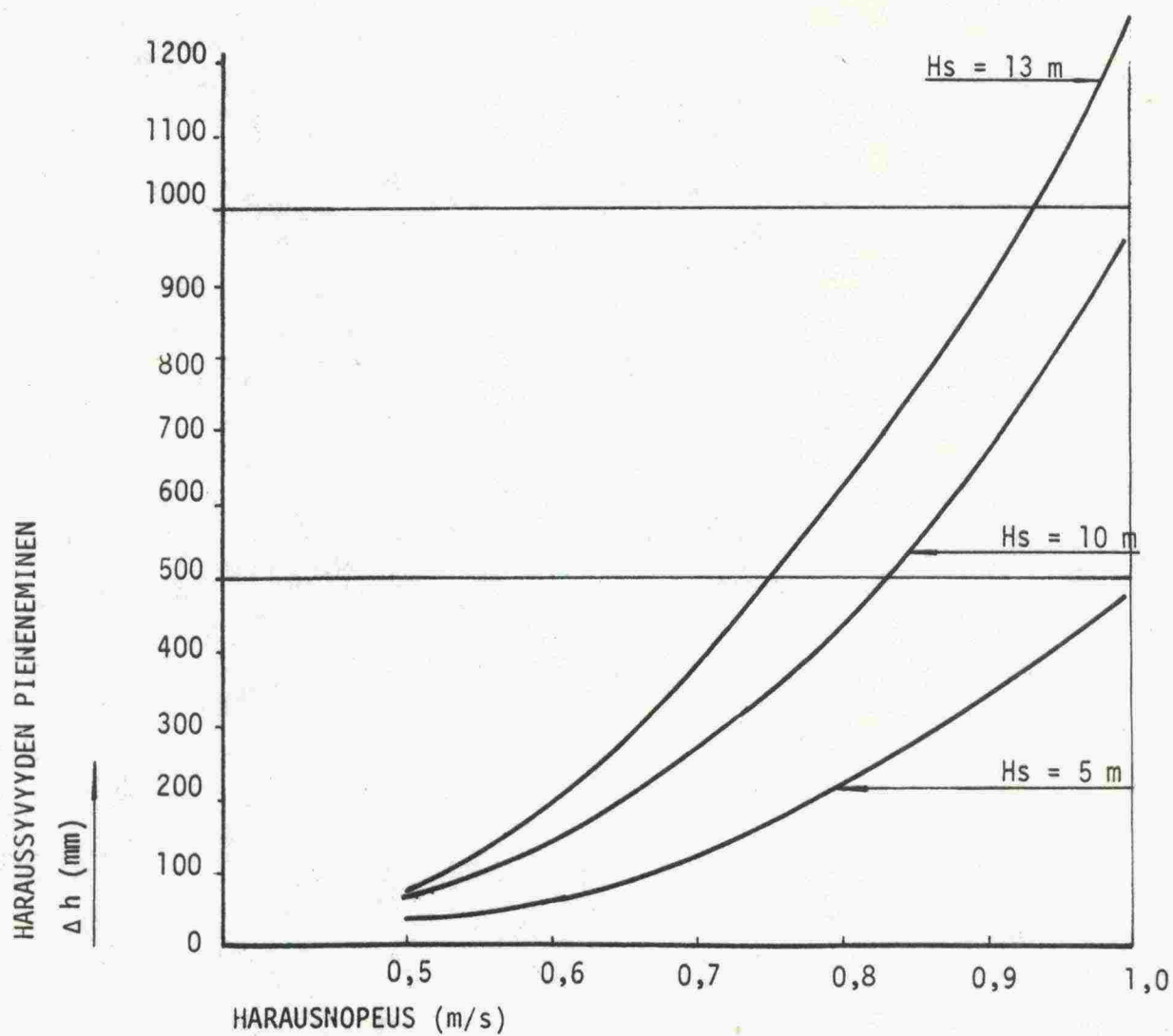
## SYVYYTYSVAIJERIN KALLISTUMINEN

Haran kulkunopeuden tulee olla mahdollisimman tarkkaan 1 solmu (0,5 m/s). Tällöin haraussyvyyden pieneneminen on eri haraussyvyyksillä suhteellisen vähäistä. Kulkunopeuden kasvaessa lisääntyy lippuviittavaijerin kallistuminen ja vastaavasti haraussyvyys pienenee. Haraussyvyyden pieneneminen on esitetty graafisesti kuvassa 2. Huomaa, että harausnopeuden kaksinkertaistuessa virhe kasvaa noin 14-kertaiseksi.

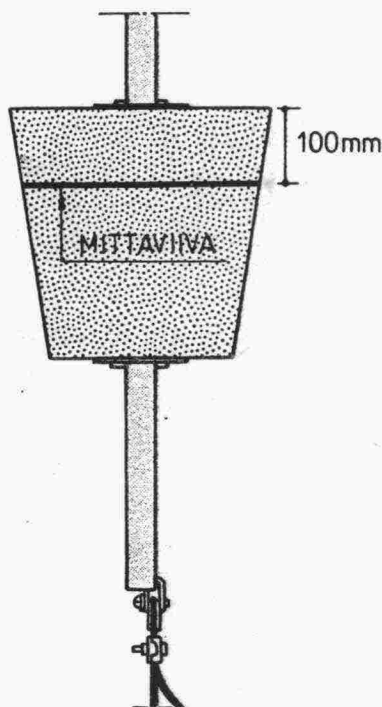


KUVA 2

HARAUSSYVYYDEN PIENENEMINEN ( $\Delta h$ ) ERI HARAUSSYVYYSILLÄ  
( $H_s$ ) JA -NOPEUKSILLA



Normaalia harausnopeutta (0,5 m/s) ajettaessa haraussyvyyttä pienentävien virtauspaineiden vaikutus korjataan käyttämällä haran syvyytysmittana ( $H_s$ ) pohjavaijerin kiinnityskohdan ja kohon piirretyn mittaviivan välistä matkaa. Nykyisillä poijuilla mittaviivan etäisyytenä kohon yläreunasta käytetään 100 mm.



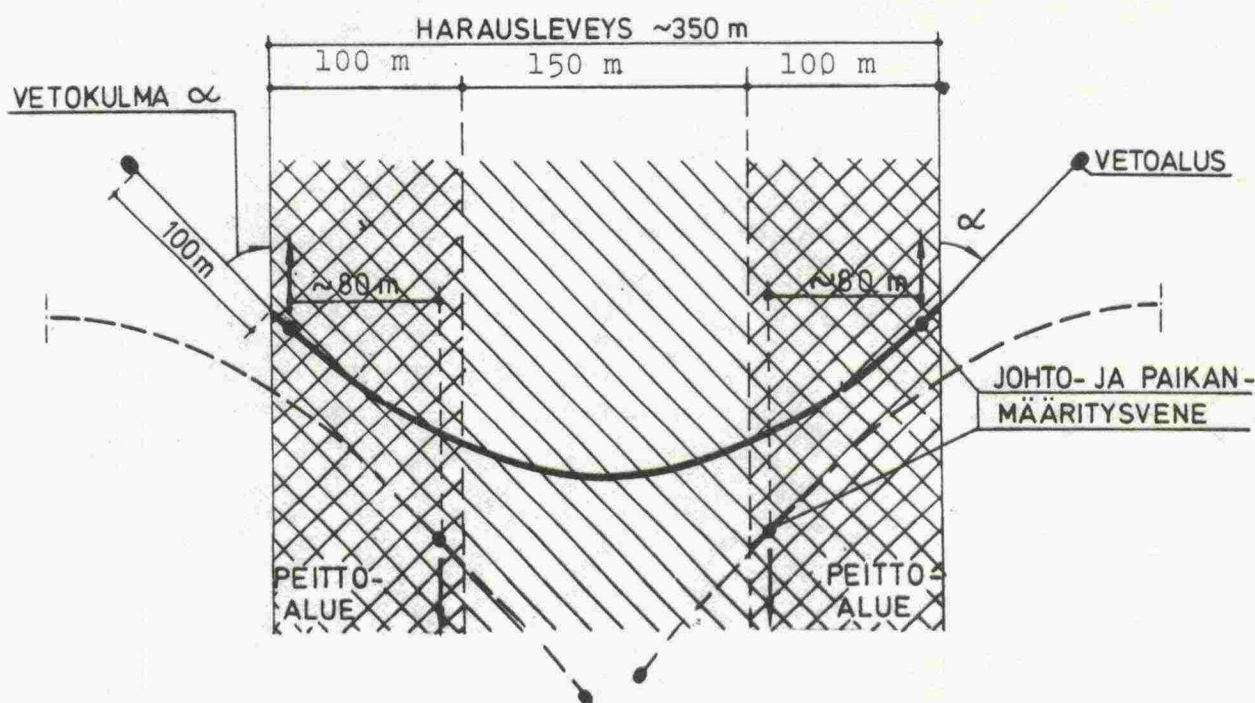
KUVA 3 SYVYYTYKSESSÄ KÄYTETTÄVÄN MITTAVIIIVAN PAIKKA

## 2.2

### Harauksen peittävyys

Vaijeriharauksen peittävyys riippuu käytettävän ohjauksen tarkkuuden lisäksi lähinnä tuuli- ja virtausolosuhteista. Varsinkin aluksesta vaikeasti havaittavat pohjavirtaukset saattavat huomaamatta aiheuttaa haran siirtymistä pois päin ajolinjalta. Vierekkäiset ajolinjat ajetaan tästä johtuen osittain päällekkäin. Peittoalueen leveytenä käytetään pitkillä haroilla ( $L = 200-400$  m) 100 m, mikä saadaan vierekkäisten halssien paikanmääri-

tyslinjojen välin ollessa 80 m. Lyhyillä haroilla (L = 100-200 m) käytetään paikanmäärittyslinjojen välinä 40 m.



KUVA 4 VAIJERIHARAN HARAUSLEVEYDEN JA PEITTOALUEEN SUURUUKSET

### 2.3

#### Sääsuhteiden vaikutus haraan

Sääsuhteiden takia mitataan aallon korkeus ja pituus. Mittarina käytetään esim. kiviviittaa, johon merkitään mitat 10 cm:n välein. Aallon korkeus mitataan teke- mällä korkeushavainnot vähintään 50 peräkkäisestä aal- losta. Korkeushavainnoista lasketaan merkitsevän aallon korkeus ja havaintosarjan aallon korkeuksien keskiarvo. Merkitsevä aallonkorkeus saadaan mittaamalla 50 peräk- käistä aallonkorkeutta ja laskemalla havaintojen suuruus- järjestyksessä isoimman kolmanneksen keskiarvo.

Vaijeriharaa voidaan käyttää syvyytystasoa muuttamatta aallon keskikorkeuden (Hk) ollessa n. 200 mm. Vaijeriharaa voidaan käyttää suuremmissakin aallokoissa, tällöin on kuitenkin aaltojen aiheuttama pohjavaijerin nousu otettava huomioon ylisyvyytyksenä jo haran laskuvaiheessa.

Pääasiassa sääolosuhteista johtuvana haran korkeustasoon vaikuttavana tekijänä on myös otettava huomioon vedenkorkeuden muutokset. Veden korkeustason muutokset mitataan 2...3 kertaa päivässä.



## YHTEENVETO

Vaijeriharan tarkkuus riippuu pohjavaijerin asetussyvyyden ja todellisen kulkussyvyyden välisestä erosta sekä toisaalta pohjaesteiden havaittavuudesta.

Tutkimusten mukaan pohjavaijeri kulkee oikealla nopeudella harattaessa vakaasti asetetulla syvyydellä. Vaijeriharan tarkkuus riippuu tällöin harausnopeuden lisäksi siitä, miten aaltoilun ja vedenkorkeuden vaihtelut on otettu huomioon haraa syvytetettäessä. Sen sijaan pohjakosketuksen havaittavuus riippuu pääasiassa syvytystason (Hs) yläpuolelle ulottuvan matalan muodosta.

Kun matala on jyrkkämuotoinen, pohjakosketus ilmenee haravaijerin etenemisen selvänä hidastumisena tai pysähtymisenä pohjavaijerin jäädessä matalaan kiinni.

Mikäli matala on muodoltaan laakea ja suhteellisen sileäpintainen, ei haran etenemisessä tapahdu havaittavaa hidastumista pohjakosketuksen aikana vaan hara liukuu muotonsa ja nopeutensa säilyttäen matalan yli. Tällöin haran ilmaisykyky riippuu lähinnä lippuviitan kallistuman havaittavuudesta.

Lippuviitan kallistumisen suuruus riippuu matalan korkeuserosta pohjavaijerin kulkussyvyyteen nähden sekä esteen kosketuskohdasta pohjavaijerissa. Kosketuskohdan sijaitessa pohjapainojen välisen alueen keskiosalla, välittyy pohjakosketuksen aiheuttama liike huonoimmin lippuviittaan. Vastavasti mitä lähempänä kosketuskohta on pohjapainoa sitä herkemmin aiheuttaa pohjavaijerin liike lippuviitan kallistumista. Pohjakosketuksen tapahtuessa pohjapainon kohdalla on matalan nostettava pohjavaijeria 0,3-0,8 m, jotta lippuviitan kallistuminen voidaan havaita selvästi.

Pohjakosketuksen tapahtuessa pohjapainojen välisen alueen keskiosalla on lippuviittoja havaittavasti kallistavan pohjavaijerin nousun oltava 1,0-1,7 m kun lippuviittaväli on 10 m. Haran tarkkuus lisääntyy oleellisesti lippuviittaväliä pienennettäessä. Lippuviittavälin ollessa 5 m ja pohjakosketuksen tapahtuessa keskikentässä, on vastaavan pohjavaijerin nousun oltava 0,6-1,1 m.

4

## SUOSITUKSET

4.1

Haratyypit

Vaijeriharat jaetaan pituutensa ja käyttösyvyytensä suhteen haratyyppeihin seuraavasti:

## SYVÄ VAIJERIHARA

Haran pituus on 200-400 m ja haraussyvyys on yli 7,0 m. Lippuviittojen väli on 10 m. Haraa käytetään laajoilla merialueilla yleensä ns. varmistusharauksessa.

## MATALA VAIJERIHARA

Haran pituus on pienempi kuin 200 m ja haraussyvyys on alle 7,0 m. Lippuviittojen väli on 5 m. Haraa käytetään merialueilla kapeiden rannikko- ja pienveneväylien harauksessa sekä sisävesialueilla.

4.2

Rakenteelliset muutokset

Harauskalustoon tulee tehdä seuraavat tutkimuksen yhteydessä kehitetyt tarkkuutta lisäävät rakennemuutokset:

1. Lippuviitan kohon alapuolelle tulevan putken pituus lyhennetään 20 cm:iin (liite 1)
2. Pohjavaijeri kiinnitetään pohjapainon yläpuolelle (liite 2)
3. Lippuviitan kiinnitys syvyytysvaijeriin muutetaan ketjuun liittyväksi iskuhakakiinnitykseksi
4. Vetoköyden pituuden tulee olla vähintään 100 m.

Lisäksi tulee pohjavaijerin kestävyyttä lisätä suurentamalla sitä  $\emptyset$  6 mm:iin. Tällöin se kestää paremmin haran vetovoiman lisäämisen.



## 4.3

Harausnopeus

Harausnopeuden tulee mahdollisimman tarkoin olla 1,0 solmu (0,5 m/s). Suurempaa nopeutta ei saa käyttää, koska haraussyvyys pienenee oleellisesti harausnopeuden kasvaessa.

## 4.4

Ylisyytykset

Sen jälkeen kun em. rakennemuutokset on tehty, voidaan ottaa käyttöön seuraavat ylisyytyksen arvot:

	m
SYVÄ VAIJERIHARA	1,0
MATALA VAIJERIHARA	0,6

## 4.5

SääolosuhteetAallot

Tutkimusalueelle sijoitetaan aallonkorkeusmittari. Aallonkorkeusmittari tehdään esim. maalaamalla mittausretkikuntien käyttämien kiviviittojen puiseen varsiosaan mittausmerkit 10 cm:n välein. Keskimääräinen aallon korkeus saadaan mitaamalla 50 peräkkäisen aallon korkeus (= aallon huipun ja pohjan väli) ja laskemalla niiden keskiarvo. Harausta voidaan suorittaa asetustasoa muuttamatta keskimääräisen aallon korkeuden ollessa pienempi kuin 200 mm. Tätä suuremmilla aallon korkeuksilla asetussyvyttä on lisättävä likimain puolella aallon korkeuksien keskiarvosta (Hk). Harausta ei kuitenkaan suoriteta aaltojen keskimääräisen korkeuden ollessa yli 400 mm.

Veden korkeustaso

Haroilla käytettävät ylisyytykset edellyttävät jatkuvia havaintoja vedenkorkeuden vaihtelusta. Vedenkorkeudet havaitaan vähintään 3 kertaa päivässä, esim. klo 7.00, 10.00 ja 14.00.



Jos vedenkorkeuden muutos on yli 100 mm, muutetaan haran asetussyvyys. Haran asetussyvyys on muutettava aina välittömästi kun se ylittää em. arvon, koska korjausta ei voi tehdä haraustuloksiin jälkeenpäin.

#### Tuuli

Tuulen aiheuttamat lippuviittojen kallistumat ovat suurimmillaan noin 20°. Tuulisessa säässä lippuviittojen liikkeitä on havaittava erityisen huolellisesti, jotta pohjakosketuksen aiheuttama muutos lippuviittojen liikkeissä havaitaan.

#### 4.6

##### Peittävyys

Syvää vaijeriharaa käytettäessä tulee vierekkäisten halssien paikanmäärityslinjojen välin olla 80 m ja matalaa vaijeriharaa käytettäessä 40 m.

#### 4.7

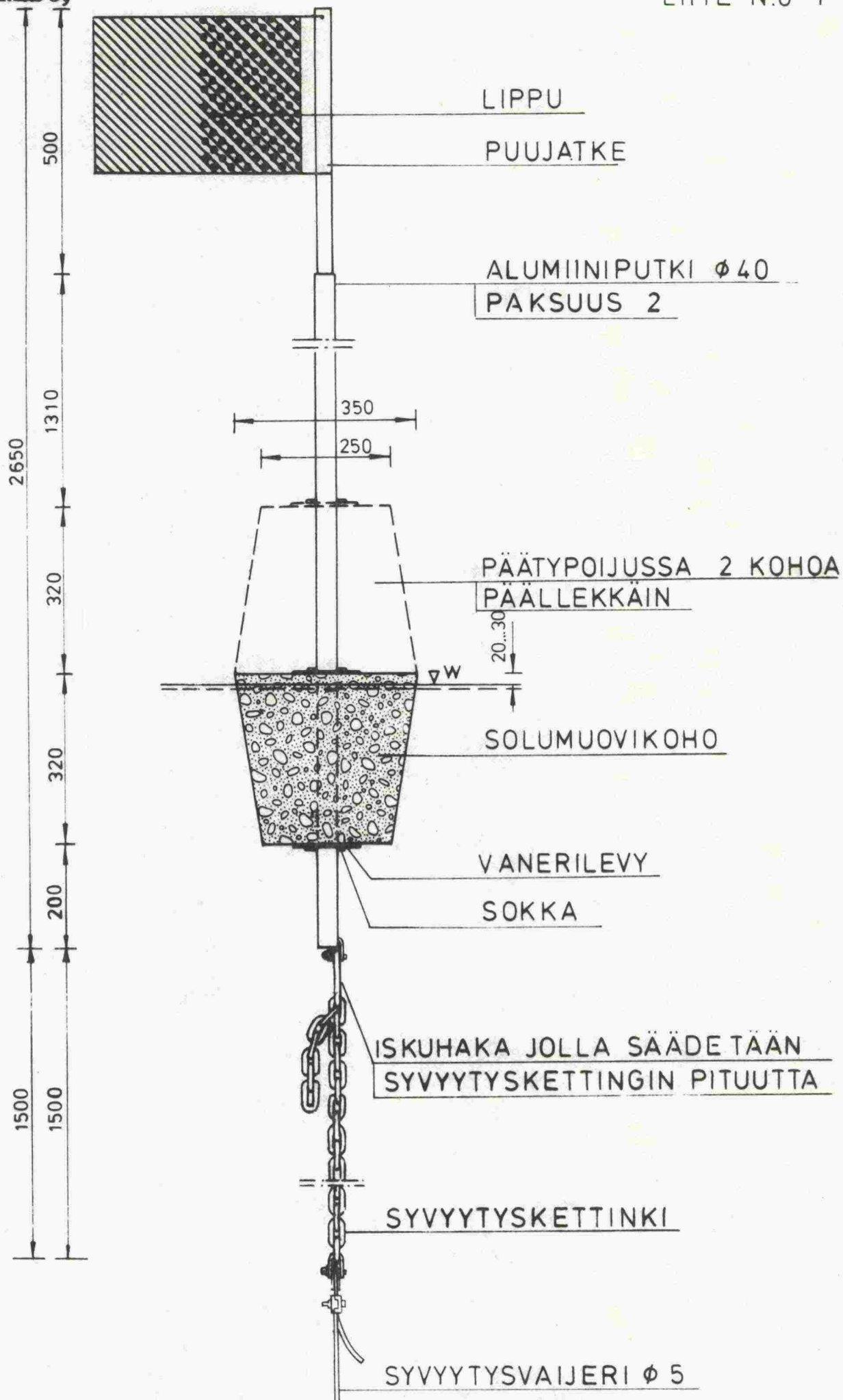
##### Työskentelytavat

Vaijerihara soveltuu käytettäväksi varmistusharauksessa alueilla, joissa pohjakosketuksia yleensä on vähän.

Haran paikanmääritys suoritetaan reunoilta lukien toisen lippuviitan kohdaltakahta kvintanttia käyttäen taaksepäinleikkauksena. Havaitut kulma-arvot tulisi käsitellä laskennallisesti ja vähitellen pyrkiä eroon kulma-asettimen käytöstä.

Veneiden vetokulmana etenemissuuntaan nähden tulee käyttää 50°.

Jotta harausvaijeriin kohdistuvaa vetovoimaa voitaisiin tarkkailla, tulee selvittää harauksessa käytettävien veneiden vetovoiman ja moottorin kierrosnopeuden välinen riippuvuus. Veneiden vetovoimana suositellaan käytettäväksi noin 1,2 kN (120 kp) voimaa.



VAIJERIHARAN LIPPUVIITTA 1:10 (MITAT mm: NÄ)

